

Semiconductor luminescent element and method of manufacturing the same

Patent Number: EP1030378
Publication date: 2000-08-23
Inventor(s): KADOTA MICHIO (JP)
Applicant(s): MURATA MANUFACTURING CO (JP)
Requested Patent: JP2000244014
Application Number: EP20000102985 20000214
Priority Number(s): JP19990041888 19990219
IPC Classification: H01L33/00
EC Classification: H01L33/00G4B; H01L33/00C4C
Equivalents: JP3399392B2, KR2000058080, SG83189, TW466782, US2002060324, US6448585
Cited Documents:

Abstract

A semiconductor luminescent element includes: a base substrate; a ZnO luminescent layer formed on the base substrate; and a ZnO buffer layer doped with an impurity and formed between the base substrate and the ZnO

luminescent layer.



Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-244014
(P2000-244014A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

データベース(参考)

D 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-41888

(22) 出願日 平成11年2月19日(1999.2.19)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 門田 道雄

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

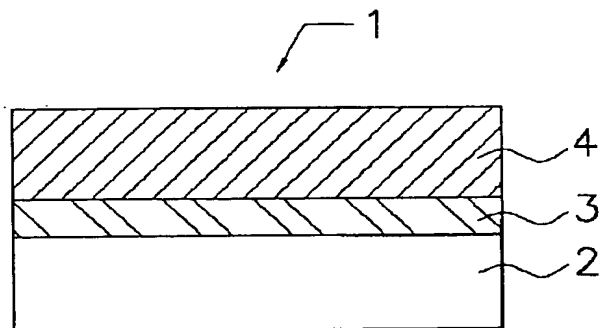
Fターム(参考) 5F041 AA11 AA40 CA41 CA46 CA48
CA49 CA57 CA77

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子、およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発光素子として満足のゆく結晶性を有するZnO発光層をもった半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 サファイア基板等の下地基板と、下地基板上に形成されるZnO発光層を有してなる半導体発光素子において、前記下地基板とZnO発光層との間に、Ni等の不純物のドーパされたZnOバッファ層を介在して設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下地基板と、下地基板上に形成されるZnO系発光層を有してなる半導体発光素子であって、前記下地基板とZnO系発光層との間に、不純物のドーパされたZnOバッファ層を介在して設けたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 下地基板を準備する工程と、下地基板上に不純物のドーパされたZnOバッファ層を形成する工程と、ZnOバッファ層上にZnO系発光層を形成する工程と、を有することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項3】 前記下地基板は、サファイア基板、水晶基板、シリコン基板、ガラス基板または熔融石英基板のうちの一種からなることを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載の半導体発光素子またはその製造方法。

【請求項4】 前記不純物はLi、Cu、Ni、Y、Ag、Mn、Mg、Al、V、Fe、La、Ti、Ta、Nb、Gaのうちの少なくとも1種からなる金属であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の半導体発光素子またはその製造方法。

【請求項5】 前記ZnO系発光層はスパッタリング法によって形成されることを特徴とする請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、励起子によって発光する半導体発光素子に関し、特にエピタキシャルZnO膜を用いた青色～紫外線領域の発光波長を有する半導体発光素子、及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、発光ディスプレイ等における多色化の要求や、通信・記録等におけるデータ密度の向上の要求から、青色～紫外線領域の発光波長を有する半導体発光素子の実現が強く求められている。青色発光する半導体発光素子の材料としては、GaN系半導体材料が注目を集めているが、その製造には未だ技術的に困難な点が多く、完全には実用化されていない。そこで本発明者は、GaN系材料に代わる青色～紫外線領域の発光波長を有する半導体材料としてZnOを用いること提案している。具体的には、下地基板上にZnO膜をエピタキシャル成長させ、該エピタキシャル膜を用いることにより、発光波長370nm付近での励起子発光を行う発光素子が得ようとするものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のZnO膜を用いた半導体発光素子は、以下の問題点を有している。すなわち、発光層として用いるZnO膜は、その結晶性が極めて良好なエピタキシャル膜（以下、ZnO系発光層と呼ぶ）でなければならないが、このZn

O系発光層の形成が非常に難しいと言う点である。従来よりZnO膜は各種の電子デバイスに用いられており、比較的結晶性の劣る多結晶ZnO膜であればスパッタリング法等の手法によって容易かつ大量に製造されている。また、下地基板としてサファイア基板を用いることにより、スパッタリング法によるZnOエピタキシャル膜の成膜も行われている。しかしこの手法で形成されるエピタキシャルZnO膜はその配向性に劣り、発光素子に供しうるまでの良好な結晶性を持ち合わせるものではなかった。このため、発光素子として用いるZnO系発光層を成膜するためには、下地基板としてサファイア基板を用いた上でレーザMBE法等の高価で精緻な成膜手法を用いる必要があり、その成膜方法が極めて限定されていた。さらにこれらの手法によっても、いまだ十分に満足のゆく膜質のZnO系発光層を再現性良く得られていないのが現状であり、またレーザMBE法では成膜できるZnO系発光層の面積も数mm角程度の非常に小さなものであり、かつ成膜速度が遅くその量産性に劣るという問題点を有していた。

【0004】従って本発明の目的は、発光素子として満足のゆく結晶性を有するZnO系発光層をもった半導体発光素子を実現し、さらにそれを再現性や量産性良く製造することのできる製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために本発明の半導体発光素子は、サファイア基板等からなる下地基板と、下地基板上に形成されるZnO系発光層を有してなる半導体発光素子において、下地基板とZnO系発光層との間に不純物のドーパされたZnOバッファ層を介在して設けた。ここで、下地基板として用いられる基板としては、サファイア基板、水晶基板、シリコン基板、ガラス基板または熔融石英基板が挙げられる。また、ZnOバッファ層にドーパされる不純物としては、Li、Cu、Ni、Y、Ag、Mn、Mg、Al、V、Fe、La、Ti、Ta、Nb、Gaのうちの少なくとも1種からなる金属を用いる。

【0006】本発明者は鋭意研究の結果、下地基板とZnO系発光層との間に、不純物のドーパされたZnOバッファ層を介在させることにより、バッファ層上に形成されるZnO系発光層の配向性／結晶性が向上すると知見を得、本発明を完成させるに至った。これは、ZnO膜中に所定の不純物がドーパされることにより、形成されるZnOバッファ層の配向性および結晶性が向上するため、その上に重ねて形成されるZnO系発光層の結晶性も併せて向上するためと考えられる。

【0007】このように、配向性および結晶性の良好なバッファ層が形成されているので、従来は結晶性の観点からZnO系発光層の成膜方法としては採用することのできなかったスパッタリング法を、本発明の半導体発光素子のZnO系発光層の製造において初めて用いること

が可能となった。

【0008】

【発明の実施の形態】〔第1実施例、図1～図2〕本発明の第1実施例の半導体発光素子1は、図1に示すように、c面サファイア基板2と、不純物としてNiのドーパされたZnOバッファ層3と、該ZnOバッファ層3上に形成されたZnO系発光層4とから構成されている。

【0009】上述の構成の半導体発光素子1は、以下の工程で製造される。まず下地基板としてc面サファイア基板2を準備する。次いで、サファイア基板2上に、スパッタリング法によって、NiのドーパされたZnOバッファ層3を膜厚1.3 μ mに成膜する。成膜に際してはAr/O₂ガスを用い、不純物としてNiを含有するZnOセラミックターゲットやZn金属ターゲットを用いて成膜すればよい。スパッタ装置としては、RFスパッタ、ECRスパッタ等の装置が用いられる。ZnOバッファ層3を成膜後、同じくスパッタリング法によってZnOセラミックターゲットやZn金属ターゲットを用いて、ZnO系発光層4を膜厚1.0 μ mに成膜する。以上の工程によって半導体発光素子1は製造される。なお、上述の各ZnO膜は、いずれもエピタキシャル膜である。

【0010】従来より、c面サファイア基板上にスパッタ法によってZnO膜を成膜するとZnOのエピタキシャル膜を成膜することは可能であったが、その配向性/結晶性は不十分なものであった。このため、このエピ膜をZnO系発光層として用いることはできなかったし、またこのエピ膜をバッファ層として用い更にその上に第2のZnOエピ膜を形成しても、やはり第2のエピ膜も結晶性が不十分なものとなり、ZnO系発光層として用いることはできなかった。今回、NiドーパのZnOバッファ層をスパッタ成膜すると、ZnOのエピ膜が得られ、さらにそのエピ膜は配向性/結晶性に優れたものとなることが判明した。このZnOバッファ層自体は不純物がドーパされておりZnO系発光層として用いることには不向きである。しかし、この配向性/結晶性に優れたZnOバッファ層上にさらにスパッタリングによってZnOエピ膜を形成することにより、発光素子に供することのできるZnO系発光層を形成することができる。

【0011】なお、ZnOバッファ層は0.3 μ m以上の膜厚に形成することが望ましい。バッファ層の膜厚が0.3 μ mより薄いと、たとえ不純物を添加したとしても十分な配向性/結晶性を有するバッファ層を形成することが難しいからである。ここで我々の言う十分な配向性/結晶性とは、ZnOバッファ層のX線回折によるロッキングカーブ半値幅が2度以下であることが一つの目安である。これらの値を選択することにより、比較的安定して発光素子に供しうるZnO系発光層を得られるからである。また、ZnO系発光層は0.05 μ m以上の

膜厚に形成することが望ましい。これは、たとえZnOバッファ層の結晶性が良好であっても、ZnO系発光層の膜厚を0.05 μ m程度以上成膜しなければ、発光層として使用できる程度に良好な結晶性を有するZnO系発光層は得にくいからである。この、ZnOバッファ層の膜厚とZnO系発光層の膜厚との関係について詳述すると、ZnOバッファ層の膜厚が薄いほどZnO系発光層は分厚く形成する必要があり、ZnOバッファ層の膜厚が厚いほどZnO系発光層の膜厚は薄くても良い、という関係が成り立つ。例えば、バッファ層の膜厚が0.3 μ mと非常に薄い場合、ZnO系発光層としては0.1 μ m程度以上に形成する必要があるが、バッファ層の膜厚が1.0 μ m程度の厚みを有する場合は、ZnO系発光層としては0.05 μ m程度以上に形成すれば足る。

【0012】本実施例では不純物としてNiを用いたが、その他バッファ層に添加する不純物としては、Li、Cu、Y、Ag、Mn、Mg、Al、V、Fe、La、Ti、Ta、Nb、Gaのうちの少なくとも1種からなる金属が、ZnOバッファ層の配向性/結晶性向上の観点から好ましいことが、本発明者の実験から明らかになっている。また、本実施例では下地基板としてc面サファイア基板を使用したが、Zカット水晶基板、n型シリコン基板、ガラス基板、熔融石英基板を用いても、上述の不純物をドーパすることにより同様に配向性/結晶性の良好なZnOバッファ層を形成できることがわかった。ZnOバッファ層およびZnO系発光層成膜時の基板加熱温度としては200～600℃程度が、結晶配向性の観点から好ましい。また成膜時のAr/O₂の分圧比は、セラミックターゲットを用いる場合は60/40～95/5の範囲に、金属ターゲットを用いる場合には40/60～90/10の範囲に設定することが好ましい。

【0013】ここで、本発明のZnO系発光層の膜質を確認するために、従来の製法によって得られたZnO系発光層と比較して実験を行った。具体的には、サファイア基板上にZnOバッファ層を形成せずに直接ZnO系発光層をスパッタ成膜したものを試料1（従来例）、サファイア基板上にZnOバッファ層を形成せずに直接ZnO系発光層をレーザMBE法によって成膜したものを試料2（従来例）、サファイア基板上にNiドーパZnOバッファ層を形成しその上にZnO系発光層をスパッタ成膜したものを試料3（本発明）としてそれぞれ準備した。次いで、室温にて各試料に対して波長325nmのHe-Cdレーザ光を照射し、フォトルミネッセンス測定を行った。その結果を図2に示す。図2から、サファイア基板上に直接ZnO系発光層をスパッタ成膜した試料1では、フォトルミネッセンス発光は確認されなかった。ZnO系発光層をレーザMBE法によって成膜した試料2およびNiドーパZnOバッファ層上にZnO系発光層をスパッタ成膜した試料3では共にフォトルミ

発光が得られるが、試料2に比べ試料3がより強い発光強度を有することが分かる。

【0014】また試料2と試料3とでは、発光強度の面のみならず、その生産性の面でも大きな差を有する。すなわち、試料2はレーザMBE法によるものであり、ZnO系発光層の成膜面積も数mm角程度の非常に小さなものしか成膜することができない。一方、試料3はZnOバッファ層／発光層ともにスパッタ法により成膜され、3～6インチ径の下地基板全面の広範囲に一度に成膜することができ、生産性に非常に優れている。

【0015】次に、本発明の製造方法に従って製造した半導体発光素子につき、その下地基板の変更によるZnO系発光層の膜質の変化を比較する実験を行った。具体的には、下地基板としてc面サファイア基板、Zカット水晶基板、n型シリコン基板、ガラス基板を用いた試料をそれぞれ準備し、上記と同様のHe-Cdレーザ光を用いたフォトルミネッセンス測定を行った。その結果を図3に示す。図3から、サファイア基板、Zカット水晶基板、シリコン基板、ガラス基板のいずれの下地基板を用いた試料とも、ほぼ同程度のフォトルミネッセンス強度が確認されることがわかる。またここでは示していないが、熔融石英基板を下地基板として用いた場合にも、n型シリコン基板を用いた場合とほぼ同等の発光特性が得られた。このことから、不純物のドーパされたZnOバッファ層を介して形成することにより、従来は成膜することのできなかった水晶基板上やシリコン基板上にも結晶性の良いZnO系発光層を成膜できることが分かる。

【0016】なお、さらに配向性／結晶性の良いZnOバッファ層およびZnO系発光層を成膜するために、使用するターゲットに99.999%以上の高純度のものを用いたり、導入ガスに99.999%以上の高純度のものを用いる等の工夫がなされう。

【0017】〔第2実施例、図4〕本発明の第2実施例の半導体発光素子11は、ZnO系発光層を用いて形成された半導体発光素子であって、素子11の外部から電圧を印加するための電極が形成されたLEDである。以下、本実施例の発光素子の構造について図4を用いて説明する。

【0018】まず、c面サファイア基板12上にAlのドーパされたZnOバッファ層13が形成されている。Alがドーパされることにより、ZnOバッファ層13はn型ZnOとなっている。ZnOバッファ層13上にはZnO活性層14が形成され、さらにその上にNのド

ープ（あるいはイオン注入）されたp型ZnO層15が形成される。なお、これらの各ZnO層はいずれもスパッタリング法により形成されたエピタキシャル膜である。

【0019】p型ZnO層15およびZnO活性層14の一部は、エッチングによって除去されており、除去後のZnOバッファ層13の露出領域にはZnOとオーミック接触する金属材料、例えばTi/Au等からなる下部電極16が、p型ZnO層15上には同じくZnOとオーミック接触する金属材料からなる上部電極17が形成されている。

【0020】上述の構成のpn接合型の半導体発光素子11では、下部電極16と上部電極17の間に電圧を印加することにより、青色～紫外線領域の光を励起子発光させることができる。

【0021】なお、本実施例の構成の他、ZnOバッファ層13をNiドーパZnOバッファ層とAlドーパZnOバッファ層の2層構造としても構わない。このような構成とすれば、結晶性の優れたNiドーパZnOバッファ層を活かしつつ、低抵抗のAlドーパZnOバッファ層を引き出し電極として用いることが可能になる。

【0022】

【発明の効果】上述の説明から明らかなように、本発明の半導体発光素子によれば、従来製造することが難しかった、発光素子に供する配向性／結晶性の良好なZnO系発光層をスパッタ法等の比較的容易な方法で生産性良く製造することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の半導体発光素子の構造を示す断面図である。

【図2】 本発明のZnO系発光層と従来例のZnO系発光層のフォトルミネッセンス測定結果を比較したグラフである。

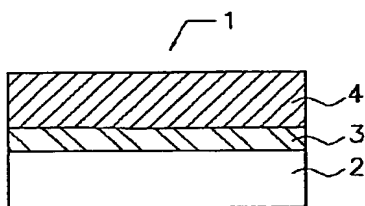
【図3】 下地基板の種類を変更した際の、本発明のZnO系発光層のフォトルミネッセンス測定結果を示すグラフである。

【図4】 本発明の他の実施例の半導体発光素子の構造を示す断面図である。

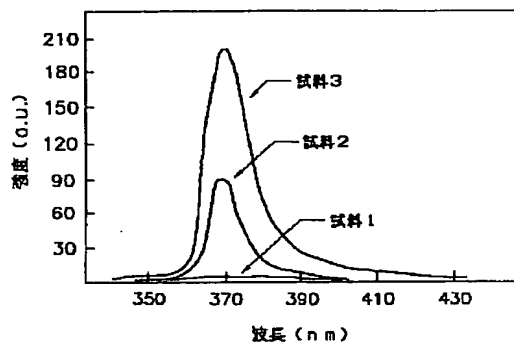
【符号の説明】

- 1 . . . 半導体発光素子
- 2 . . . c面サファイア基板
- 3 . . . ZnOバッファ層
- 4 . . . ZnO系発光層

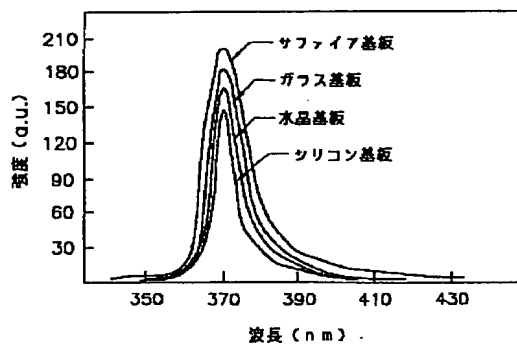
【図1】



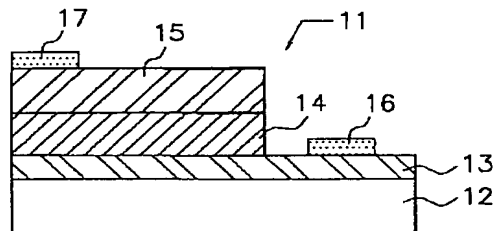
【図2】



【図3】



【図4】



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The semi-conductor light emitting device which is a semi-conductor light emitting device which comes to have the ZnO system luminous layer formed on a substrate substrate and a substrate substrate, and is characterized by intervening and preparing the ZnO buffer layer by which the impurity was doped between said substrate substrate and a ZnO system luminous layer.

[Claim 2] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device characterized by having the process for which a substrate substrate is prepared, the process which forms the ZnO buffer layer by which the impurity was doped on a substrate substrate, and the process which forms a ZnO system luminous layer on a ZnO buffer layer.

[Claim 3] Said substrate substrate is a semi-conductor light emitting device or its manufacture approach given in either claim 1 characterized by consisting of a kind of silicon on sapphire, the Xtal substrate, a silicon substrate, a glass substrate, or the fused-quartz substrates, or claim 2.

[Claim 4] Said impurity is the semi-conductor light emitting device according to claim 1 to 3 characterized by being the metal which consists of at least one sort in Li, Cu, nickel, Y, Ag, Mn, Mg, aluminum, V, Fe, La, Ti, Ta, Nb, and Ga, or its manufacture approach.

[Claim 5] Said ZnO system luminous layer is the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 2 to 4 characterized by being formed by the sputtering method.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the semi-conductor light emitting device which has the luminescence wavelength of the blue especially using the epitaxial ZnO film - an ultraviolet-rays field, and its manufacture approach about the semi-conductor light emitting device which emits light by the exciton.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, implementation of the semi-conductor light emitting device which has the luminescence wavelength of a blue - ultraviolet-rays field is strongly called for from the demand of multiple-color-izing in a luminescence display etc., and the demand of improvement in the data density in a communication link, record, etc. As an ingredient of the semi-conductor light emitting device which carries out blue luminescence, although the GaN system semiconductor material attracts attention, technically, the manufacture has many difficult points and they are not yet completely put in practical use. Then, this invention person is making the thing proposal, using ZnO as a semiconductor material which has the luminescence wavelength of the blue - ultraviolet-rays field replaced with a GaN system ingredient. The light emitting device which performs exciton luminescence near the luminescence wavelength of 370nm tends to obtain by carrying out epitaxial growth of the ZnO film, and specifically using this epitaxial film on a substrate substrate.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the semi-conductor light emitting device using the above-mentioned ZnO film has the following troubles. That is, the ZnO film used as a luminous layer is a point said that formation of this ZnO system luminous layer is very difficult, although that crystallinity must be a very good epitaxial film (it is hereafter called a ZnO system luminous layer). The ZnO film is used for various kinds of electron devices from before, and if it is the polycrystal ZnO film in which crystallinity is comparatively inferior, it is manufactured easily and in large quantities by technique, such as the sputtering method. Moreover, membrane formation of the ZnO epitaxial film by the sputtering method is also performed by using silicon on sapphire as a substrate substrate. However, the epitaxial ZnO film formed by this technique was not what has good crystallinity with it until it is inferior to that stacking tendency and can present a light emitting device. In order to form the ZnO system luminous layer used as a light emitting device, after [for this reason,] using silicon on sapphire as a substrate substrate - Laser MBE - the expensive and minute membrane formation technique, such as law, needed to be used, and that membrane formation approach was limited extremely. furthermore by such technique, the ZnO system luminous layer of membranous quality satisfying yet enough has not been obtained with sufficient repeatability - the present condition - it is - moreover, the laser MBE - in law, it had the trouble that the area of the ZnO system luminous layer which can form membranes was also the very small thing of several mm angle extent, and a membrane formation rate was late inferior to the mass-production nature.

[0004] Therefore, the purpose of this invention realizes a semi-conductor light emitting device with the ZnO system luminous layer which has crystallinity satisfying as a light emitting device, and is to offer the manufacture approach that it can be further manufactured with repeatability or sufficient mass-production nature.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the semi-conductor light emitting device of this invention intervened and prepared the ZnO buffer layer by which the impurity was doped between the substrate substrate and the ZnO system luminous layer in the semi-conductor light emitting device which comes to have the ZnO system luminous layer formed on the substrate substrate which consists of silicon on sapphire etc., and a substrate substrate. Here, as a substrate used as a substrate substrate, silicon on sapphire, the Xtal substrate, a silicon substrate, a glass substrate, or a fused-quartz substrate is mentioned. Moreover, as an impurity doped by the ZnO buffer layer, the metal which consists of at least one sort in Li, Cu, nickel, Y, Ag, Mn, Mg, aluminum, V, Fe, La, Ti, Ta, Nb, and Ga is used.

[0006] Wholeheartedly, as a result of research, by making the ZnO buffer layer by which the impurity was doped between the substrate substrate and the ZnO system luminous layer intervene, this invention person acquires knowledge that the stacking tendency/crystallinity of the ZnO system luminous layer formed on a buffer layer improve, and came to complete this invention. Since the stacking tendency of a ZnO buffer layer and crystallinity which are formed by doping a predetermined impurity into the ZnO film improve, this is considered for also combining the crystallinity of the ZnO system luminous layer formed in piles on it, and improving.

[0007] Thus, since the good buffer layer of a stacking tendency and crystallinity was formed, it became possible to use conventionally the sputtering method which was not able to be adopted as the membrane formation approach of a ZnO system luminous layer for the first time in manufacture of the ZnO system luminous layer of the semi-conductor light emitting device of this invention from a crystalline viewpoint.

[0008]

[Embodiment of the Invention] The semi-conductor light emitting device 1 of the 1st example of [1st example, drawing 1 - drawing 2] this invention consists of c-th page silicon on sapphire 2, a ZnO buffer layer 3 by which nickel was doped as an impurity, and a ZnO system luminous layer 4 formed on this ZnO buffer layer 3, as shown in drawing 1 .

[0009] The semi-conductor light emitting device 1 of an above-mentioned configuration is manufactured at the following processes. c-th page silicon on sapphire 2 is first prepared as a substrate substrate. Subsequently, the ZnO buffer layer 3 by which nickel was doped is formed by the sputtering method on silicon on sapphire 2 at 1.3 micrometers of thickness. What is necessary is just to form membranes using the ZnO ceramic target and Zn metal target which contain nickel as an impurity using Ar/O₂ gas on the occasion of

membrane formation. Equipments, such as RF sputter and an ECR sputter, are used as a sputtering system. Similarly the ZnO system luminous layer 4 is formed to 1.0 micrometers of thickness after forming the ZnO buffer layer 3 using a ZnO ceramic target or Zn metal target by the sputtering method. The semi-conductor light emitting device 1 is manufactured according to the above process. In addition, each of each above-mentioned ZnO film is epitaxial films.

[0010] Although it was possible to have formed the epitaxial film of ZnO conventionally if the ZnO film is formed by the sputter on c-th page silicon on sapphire, its stacking tendency/crystallinity was insufficient. For this reason, even if it was not able to use this EPI film as a ZnO system luminous layer and formed the 2nd ZnO EPI film on it further, using this EPI film as a buffer layer, too, the 2nd EPI film was not able to become what has inadequate crystallinity, either, and was not able to be used as a ZnO system luminous layer. When sputter membrane formation of the ZnO buffer layer of nickel dope was carried out this time, the EPI film of ZnO was obtained and it became clear further that the EPI film became the thing excellent in a stacking tendency/crystallinity. This ZnO buffer layer itself is unsuitable for the impurity being doped and using as a ZnO system luminous layer. However, the ZnO system luminous layer with which a light emitting device can be presented can be formed by forming the ZnO EPI film by sputtering further on the ZnO buffer layer excellent in this stacking tendency/crystallinity.

[0011] In addition, as for a ZnO buffer layer, it is desirable to form in thickness 0.3 micrometers or more. It is because it will be difficult to form the buffer layer which has sufficient stacking tendency/crystallinity even if it adds an impurity when the thickness of a buffer layer is thinner than 0.3 micrometers. It is one standard that the rocking curve half-value width according [sufficient stacking tendency/crystallinity which we say here] to the X diffraction of a ZnO buffer layer is 2 or less times. By choosing these values, it is because the ZnO system luminous layer with which is stabilized comparatively and a light emitting device can be presented can be obtained. Moreover, as for a ZnO system luminous layer, it is desirable to form in thickness 0.05 micrometers or more. If about 0.05 micrometers or more of thickness of a ZnO system luminous layer will not be formed even if this has the good crystallinity of a ZnO buffer layer, it is because it is hard to obtain the ZnO system luminous layer which has good crystallinity in extent which can be used as a luminous layer. If the relation between the thickness of this ZnO buffer layer and the thickness of a ZnO system luminous layer is explained in full detail, it is necessary to form a ZnO luminous layer thick, so that the thickness of a ZnO buffer layer is thin, and the relation that the thickness of a ZnO luminous layer may be thin will be realized, so that the thickness of a ZnO buffer layer is thick. For example, when the thickness of a buffer layer is very as thin as 0.3 micrometers, it is necessary to form in about 0.1 micrometers or more as a ZnO luminous layer but, and when the thickness of a buffer layer has the thickness which is about 1.0 micrometers, it is sufficient if it forms in about 0.05 micrometers or more as a ZnO luminous layer.

[0012] Although nickel was used as an impurity in this example, as an impurity added to a buffer layer, it is clear from an experiment of this invention person that the metal which consists of at least one sort in Li, Cu, Y, Ag, Mn, Mg, aluminum, V, Fe, La, Ti, Ta, Nb, and Ga is desirable from a viewpoint on the stacking tendency / crystal disposition of a ZnO buffer layer. Moreover, although c-th page silicon on sapphire was used as a substrate substrate in this example, even if it used Z cut Xtal substrate, n mold silicon substrate, the glass substrate, and the fused-quartz substrate, by doping an above-mentioned impurity showed that the good ZnO buffer layer of a stacking tendency/crystallinity could be formed similarly. As a ZnO buffer layer and substrate heating temperature at the time of ZnO system luminous layer membrane formation, about 200-600 degrees C is desirable from a viewpoint of a crystal stacking tendency. Moreover, when using a ceramic target and the division ratio of Ar/O₂ at the time of membrane formation uses a metal target for the range of 60 / 40 - 95/5, it is desirable to set it as the range of 40 / 60 - 90/10.

[0013] Here, in order to check the membranous quality of the ZnO system luminous layer of this invention, it experimented as compared with the ZnO system luminous layer obtained by the conventional process. What specifically carried out sputter membrane formation of the direct ZnO system luminous layer, without forming a ZnO buffer layer on silicon on sapphire A sample 1 (conventional example), the ** which does not form a ZnO buffer layer on silicon on sapphire — a direct ZnO system luminous layer — Laser MBE — what formed membranes by law — a sample 2 (conventional example) — What formed the nickel dope ZnO buffer layer on silicon on sapphire, and carried out sputter membrane formation of the ZnO system luminous layer on it was prepared as a sample 3 (this invention), respectively. Subsequently, the helium-Cd laser beam with a wavelength of 325nm was irradiated to each sample at the room temperature, and photoluminescence measurement was performed. The result is shown in drawing 2. From drawing 2, photoluminescence luminescence was not checked by the sample 1 which carried out sputter membrane formation of the direct ZnO system luminous layer on silicon on sapphire. a ZnO system luminous layer — Laser MBE — although FOTORUMI luminescence is obtained by both the samples 3 that carried out sputter membrane formation of the ZnO system luminous layer on the sample 2 which formed membranes by law, and the nickel dope ZnO buffer layer, it turns out that it has luminescence reinforcement with a stronger sample 3 compared with a sample 2.

[0014] Moreover, by the sample 2 and the sample 3, it has a big difference also not only in respect of the field of luminescence reinforcement but in respect of its productivity. namely, the sample 2 — Laser MBE — it cannot be based on law and the membrane formation area of a ZnO system luminous layer can also form only the very small thing of several mm angle extent. On the other hand, membranes are formed by the sputter, a ZnO buffer layer / luminous layer can form membranes at once to the large area of the whole substrate substrate surface of the diameter of 3-6 inch, and the sample 3 excels [luminous layer] in productivity very much.

[0015] Next, the experiment which compares change of the membranous quality of the ZnO system luminous layer by modification of the substrate substrate was conducted about the semi-conductor light emitting device manufactured according to the manufacture approach of this invention. The sample using c-th page silicon on sapphire, Z cut Xtal substrate, n mold silicon substrate, and the glass substrate as a substrate substrate was prepared, respectively, and, specifically, photoluminescence measurement using the same helium-Cd laser beam as the above was performed. The result is shown in drawing 3. Drawing 3 shows that FOTORUMI luminescence reinforcement almost comparable also as the sample using silicon on sapphire, Z cut Xtal substrate, a silicon substrate, and which substrate substrate of a glass substrate is checked. Moreover, although not shown here, also when a fused-quartz substrate was used as a substrate substrate, the luminescence property almost equivalent to the case where n mold silicon substrate is used was acquired. By intervening and forming from this, the ZnO buffer layer by which the impurity was doped shows that a crystalline good ZnO system luminous layer can be conventionally formed also on the Xtal substrate which was not able to form membranes, and a silicon substrate.

[0016] In addition, in order to form the good ZnO buffer layer of a stacking tendency/crystallinity, and a ZnO system luminous layer further, the thing of 99.999% or more of high grade is used for the target to be used, or the device of using the thing of 99.999% or more of high grade for introductory gas is made, and it gets.

[0017] The semi-conductor light emitting device 11 of the 2nd example of the 2nd example and [drawing 4] this invention is a semi-conductor light emitting device formed using the ZnO system luminous layer, and is LED in which the electrode for impressing an electrical potential difference from the exterior of a component 11 was formed. Hereafter, the structure of the light emitting device of this example is explained using drawing 4.

[0018] First, the ZnO buffer layer 13 by which aluminum was doped is formed on c-th page silicon on sapphire 12. By doping aluminum, the ZnO buffer layer 13 serves as the n mold ZnO. The ZnO barrier layer 14 is formed on the ZnO buffer layer 13, and the p mold ZnO layer 15 by which N was doped (or ion implantation) is further formed on it. In addition, each of each of these ZnO layers is the epitaxial films formed by the sputtering method.

[0019] A part of p mold ZnO layer 15 and ZnO barrier layer 14 are removed by etching, and the up electrode 17 which consists of a metallic material in which the lower electrode 16 which consists of a metallic material which carries out ohmic contact with ZnO, for example, Ti/Au etc., carries out ohmic contact with ZnO the same on the p mold ZnO layer 15 is formed in the exposed region of the ZnO buffer layer 13 after removal.

[0020] In the semi-conductor light emitting device 11 of the pn junction mold of an above-mentioned configuration, exciton luminescence of the light of a blue - ultraviolet-rays field can be carried out by impressing an electrical potential difference between the lower electrode 16 and the up electrode 17.

[0021] In addition, the ZnO buffer layer 13 besides the configuration of this example is not cared about as two-layer structure of a nickel dope ZnO buffer layer and an aluminum dope ZnO buffer layer. It becomes possible to pull out the aluminum dope ZnO buffer layer of low resistance, and to use as an electrode, harnessing such a configuration, then the crystalline outstanding nickel dope ZnO buffer layer.

[0022]

[Effect of the Invention] According to the semi-conductor light emitting device of this invention, it enables it to manufacture the difficult good ZnO system luminous layer of a stacking tendency/crystallinity with which a light emitting device is presented with sufficient productivity nature by comparatively easy approaches, such as a spatter, to manufacture conventionally so that clearly from above-mentioned explanation.

[Translation done.]

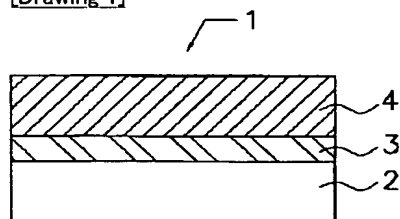
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

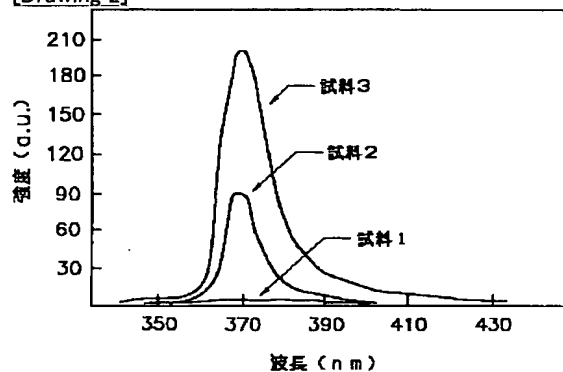
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

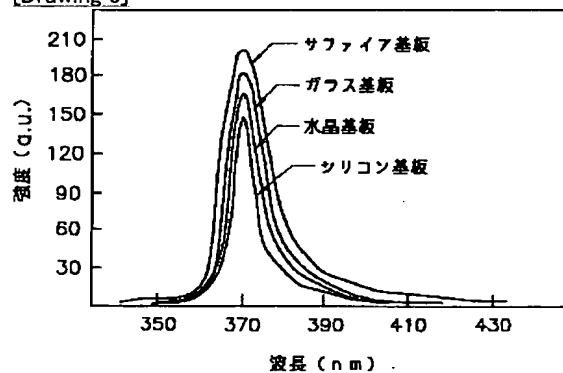
[Drawing 1]



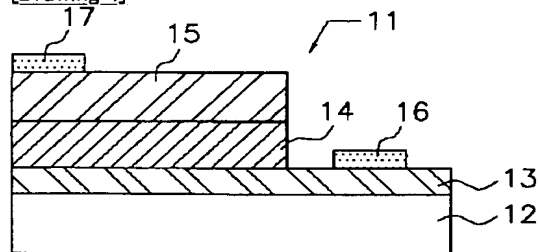
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the structure of the semi-conductor light emitting device of one example of this invention.

[Drawing 2] It is the graph which compared the photoluminescence measurement result of the ZnO system luminous layer of this invention, and the ZnO system luminous layer of the conventional example.

[Drawing 3] It is the graph which shows the photoluminescence measurement result of the ZnO system luminous layer of this invention at the time of changing the class of substrate substrate.

[Drawing 4] It is the sectional view showing the structure of the semi-conductor light emitting device of other examples of this invention.

[Description of Notations]

- 1 ... Semi-conductor Light Emitting Device
 - 2 ... C-th Page Silicon on Sapphire
 - 3 ... ZnO Buffer Layer
 - 4 ... ZnO System Luminous Layer
-

[Translation done.]